



## Ensino de Química com Smartphones e Tablets

Aline Grunewald Nichele – IFRS - *Campus* Porto Alegre, [aline.nichele@poa.ifrs.edu.br](mailto:aline.nichele@poa.ifrs.edu.br)  
Letícia Zielinski do Canto – IFRS - *Campus* Porto Alegre, [leticiaziielinski@gmail.com](mailto:leticiaziielinski@gmail.com)

### RESUMO

O maior acesso dos estudantes a *smartphones* e *tablets* oportuniza a inserção desses dispositivos móveis na educação. Nesse contexto, o objetivo desse artigo é conhecer e apresentar as estratégias de ensino de Química por meio de *smartphones* e *tablets* que vem sendo desenvolvidas no âmbito da educação básica e superior, para que essas sirvam de motivação e inspiração aos professores dessa ciência para a adoção desses dispositivos em suas aulas. Para isso, foi efetuada uma revisão de artigos científicos utilizando-se as bases de dados “Scopus”, “Web of Science” e “Scielo”, compreendendo o período de 2011 a 2015. A análise dos artigos possibilitou distingui-los em duas categorias a partir dos aplicativos para smartphones e tablets utilizados nas estratégias de ensino desenvolvidas: as estratégias que utilizam apps “gerais” e as estratégias que utilizam apps de Química. As estratégias de ensino mais inspiradoras são relatadas. O artigo é finalizado com uma análise de aspectos relevantes para a adoção *smartphones*, *tablets* e Apps para o ensino de química.

**Palavras-Chave:** smartphones, tablets, apps, educação em química

## Chemistry Teaching Supported by Smartphones and Tablets

### ABSTRACT

The increasing student access to smartphones and tablets enables the integration of these mobile devices in education. In this context, the aim of this article is to know and to present the Chemistry teaching strategies through smartphones and tablets that have been developed within the framework of the basic and the higher education, so that they serve as a motivation and inspiration to teachers of this science for the adoption of these devices in their classes. For this, we performed a review of scientific papers using databases "Scopus", "Web of Science" and "Scielo" from 2011 to 2015. The analysis of the articles allowed sort them in two categories from the applications for smartphones and tablets used in the teaching strategies developed: the strategies that use "general" apps and the strategies that use Chemistry apps. The teaching strategies most inspiring are presented. The article is finished with an analysis of relevant aspects to the adoption smartphones, tablets and Apps for chemistry teaching.

**Keywords:** smartphones, tablet, apps, chemistry education

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de *smartphones* e *tablets* como mediadores dos processos de aprendizagem é um desafio aos professores. Por muitos anos os professores adotaram estratégias de ensino baseadas na transmissão do conteúdo, com pouca participação dos estudantes e com atividades com hora marcada para começar e para terminar. Nessa perspectiva, os dispositivos tecnológicos apenas auxiliavam o professor a transmitir o conteúdo. Com o desenvolvimento tecnológico e o maior acesso da população e dos estudantes às tecnologias digitais (TD) como *smartphones* e *tablets*, as interações entre os sujeitos, o acesso e o compartilhamento de informações, se intensificaram por meio do ambiente digital, bem como romperam com a “barreira local e temporal” de uma sala de aula convencional, uma vez que por meio dessas TD os sujeitos podem interagir de qualquer lugar a qualquer momento.

Na educação, a utilização de *smartphones* e *tablets* encoraja e potencializa o desenvolvimento do *mobile learning*, ou seja, da aprendizagem com mobilidade.

O *mobile learning* se refere a processos de aprendizagem apoiados pelo uso de tecnologias da informação ou comunicação móveis e sem fio, cuja característica fundamental é a mobilidade dos aprendizes, que podem estar distantes uns dos outros e também em espaços formais de educação, tais como salas de aula, salas de formação, capacitação e treinamento ou local de trabalho. (SACCOL et al., 2010, p. 25).

A adoção do *mobile learning* apoiado por TD como *smartphones* e *tablets* viabiliza o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem em ambientes híbridos, em que atividades realizadas em sala de aula são associadas a atividades a distância; bem como estimula a prática do “Bring Your Own Device” (BYOD) (UNESCO, 2013), em língua portuguesa “traga o seu próprio dispositivo”, em que estudantes e professores são estimulados a portarem e utilizarem seus próprios dispositivos móveis nas atividades educacionais.

Há diferentes maneiras de combinar as atividades presenciais e a distância (ambientes híbridos), sendo a “sala de aula invertida” ou *flipped learning* (SAMS, 2013), uma delas. Segundo esse modelo de ensino e de aprendizagem, materiais didáticos sobre um determinado tema a ser estudado são disponibilizados aos estudantes previamente, pelo professor, por meio de TD. Nesse modelo, o estudante inicia a apropriação do conteúdo antes deste ser abordado em sala de aula. Uma característica fundamental do ensino *flip* é o uso das TD, no qual os estudantes podem efetuar leituras, assistir vídeos, ouvir *podcasts*, utilizar *e-books*, acessando esses materiais a qualquer momento em qualquer lugar.

No âmbito desse artigo, as TD de interesse são, em especial, os dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*, os quais por meio dos aplicativos (Apps) adquirem diferentes funcionalidades, muitos com possibilidade de aplicação no âmbito educacional.

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é conhecer e apresentar as estratégias de ensino de Química, apoiadas por dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*), que vem sendo desenvolvidas no âmbito da educação básica e superior. A intenção é que essas sirvam de inspiração aos professores dessa ciência para a adoção das TD em suas aulas, bem como sirvam de motivação para o desenvolvimento de práticas no contexto do BYOD e do *flipped learning*.

## 2. METODOLOGIA

Para atender ao objetivo dessa pesquisa foi realizada uma revisão de literatura que buscou conhecer as estratégias de ensino que vem sendo desenvolvidas com a adoção de *smartphones* e *tablets* no contexto da educação em Química. Foi efetuada uma revisão de artigos científicos publicados em periódicos disponíveis no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram utilizadas as bases de dados “Scopus”, “Web of Science” e “SciELO”. A revisão de literatura compreendeu o período de 2011 a 2015.

As buscas foram realizadas empregando as palavras-chave: a) “chemistry” e “App”; b) “chemistry” e “tablet”; c) “chemistry” e “smartphone”; d) “chemistry” e “mobile learning”; e, e) “chemistry” e “bring your own device”. Essas palavras-chave foram utilizadas na opção “todos os campos” (*all fields*), em cada uma das três bases de dados.

Foram contabilizados cinquenta (50) artigos relacionados à área de Química. Nesta etapa os artigos foram organizados em um quadro a partir de elementos básicos tais como título, periódico, autor, ano, área de conhecimento, associados a cada conjunto de palavras-chave e base de dados.

Desses cinquenta (50) artigos, foram selecionados aqueles que estavam diretamente relacionados ao objetivo desse trabalho, ou seja, as estratégias de ensino de Química apoiadas por smartphones e tablets.

Foram criadas duas categorias: estratégias de ensino que utilizam Apps de Química e estratégias de ensino que utilizam Apps “Gerais”. Nesse artigo, os Apps “Gerais” são entendidos como todos os aplicativos que não foram criados para o ensino e aprendizagem de Química, mas que podem ser úteis para o desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem dessa ciência.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da revisão de literatura e dos cinquenta (50) artigos iniciais que emergiram, foram selecionados sete (07) relacionados a estratégias de ensino de Química envolvendo a adoção de *smartphones* e *tablets* e seus Apps. A Tabela 1 sintetiza esses artigos por meio do nome do artigo, nome do periódico, autor e ano.

Conforme a Tabela 1 as produções são recentes, concentrando-se nos anos de 2014 e 2015. A maioria dos artigos é do periódico *Journal of Chemical Education*.

Desses artigos (Tabela 1), seis (06) apresentam atividades no ensino superior; sendo que apenas o artigo “Activating students' interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices”, relata experiência com o ensino básico. A seguir são apresentados os “achados” relacionados a cada uma das categorias definidas: estratégias de ensino que utilizam Apps “Gerais” e estratégias de ensino que utilizam Apps de Química.

Tabela 1 - Artigos com estratégias de ensino de química com a adoção de TD.

| Artigo   | Periódico                                 | Autor   | Ano  |
|--|---|---|------|
| Innovative use of a tablet device to deliver instruction in undergraduate chemistry lectures.                    | Química Nova                              | Jaña, G.A.; Cardona, W.; Jiménez, V.A.                        | 2015 |
| QR Codes na educação em Química  | Revista Novas Tecnologias na Educação     | Nichele, A. G.; Schlemmer, E.; Ramos, A. F.                   | 2015 |
| An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads   | Journal of Chemical Education             | Amick, A. W.; Cross, N  | 2014 |
| Use of Screen Capture To Produce Media for Organic Chemistry.  | Journal of Chemical Education             | D'Angelo, J. G.   | 2014 |
| How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning.  | Chemistry Education Research and Practice | Teo, T. W.; Tan, K. C. D.; Yan, Y. K.; Teo, Y. C.; Yeo, L. W. | 2014 |
| Activating students' interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices | Journal of Chemical Education             | Witmans, M.; Van Rens, L.; Van Muijlwijk-koezen J.E.          | 2014 |
| Estudio de usabilidad de visualización molecular educativa em um telefono inteligente                            | Química Nova                              | Garcia-Ruiz, MA.; Valdez-Velazquez, L.L.; Gómes-Sandoval, Z.  | 2012 |

### 3.1 Estratégias de ensino que utilizam Apps “Gerais”

Alguns dos “achados” da pesquisa realizada sobre as estratégias de ensino de Química com a adoção de *smartphones* e *tablets* utilizando Apps “gerais” são descritos a seguir.

Amick e Cross (2014) utilizaram *tablets* como uma forma digital de papel e lápis para o registro de informações e observações em atividades práticas desenvolvidas em laboratório de Química. Utilizando-os foi possível que estudantes efetuassem anotações, adicionassem textos e desenhassem estruturas em um documento digital que imita uma folha de papel.

Em especial, a estratégia de ensino de Química adotada por Amick e Cross (2014) foi utilizada com uma turma do segundo ano do curso de graduação em Química, para uma disciplina de Química Orgânica. Eles forneceram *tablets* (em especial, o iPad) para doze (12) estudantes. Os *tablets* tinham instalados o App “Notability”, o qual permite o registro de anotações e desenhos. Os estudantes utilizaram esse App para efetuar os registros em aulas de laboratório, substituindo o tradicional “caderno de laboratório”. Os estudantes descreveram os procedimentos e observações da atividade prática usando uma caneta para *tablet*, o teclado do *tablet*, ou ainda com a função *talk-to-text* no App “Notability” - essa última capaz de converter voz em texto, utilizada em

laboratório por não ser recomendado tocar no *tablet* com luvas. Além disso, com esse App era possível obter e inserir fotos dos procedimentos nas suas anotações. Ao final de cada aula os estudantes armazenavam seus arquivos na “nuvem” (em especial no Dropbox), para que os colegas e professores tivessem acesso aos seus registros realizados nas aulas de laboratório.

Além de registrarem as observações da atividade prática, o *tablet* propiciava que os estudantes tivessem acesso a materiais, como livros e anotações feitas anteriormente, bem como aos roteiros das aulas de laboratório. Esses materiais podiam ser acessados antes e durante as aulas práticas.

Em outra estratégia de ensino, Jaña *et al.* (2015) utilizaram um *tablet* para que os estudantes tivessem acesso às anotações escritas digitalmente pelo professor em tempo real durante as aulas. O conteúdo de cada aula era criado e ministrado utilizando o App “Bamboo Paper”, o qual tinha seu conteúdo compartilhado com os estudantes, por meio da projeção simultânea dos registros efetuados da tela do *tablet* por meio desse App. O App “Bamboo Paper” permite que sejam feitas anotações de várias cores e estilos de escrita, assim como a inserção de fotos e imagens. Os registros efetuados nas aulas foram salvos e compartilhados com os estudantes depois de cada aula.

Dessa maneira, proporcionaram aos estudantes o acompanhamento do desenvolvimento progressivo do conteúdo, bem como, por meio desses registros evitaram a perda da continuidade de informações, que pode ocorrer quando os professores alternam entre os slides e o quadro. Essa estratégia foi utilizada em cursos de graduação, em disciplinas de Química básica, com um total de 137 alunos.

Além do App “Bamboo Paper” foram utilizados Apps específicos para o ensino de Química, entre eles o “Moléculas”, o “K12 Periodic Table” e o “Socrative Teacher”. O App “Moléculas” proporciona a observação e a “manipulação” de representações tridimensionais de estruturas de substâncias químicas; o App “K12 Periodic Table” é uma tabela periódica interativa; e o App “Socrative Teacher” permite a realização em aula de questionários e perguntas rápidas, que são respondidas pelos estudantes por meio de seus dispositivos móveis e posteriormente as respostas são organizadas e disponibilizadas ao professor por meio do App. A Figura 1 apresenta o ícone desses Apps, bem como um exemplo da tela do App “Bamboo Paper” com o registro de texto e imagens que podem ser construídos durante uma aula.

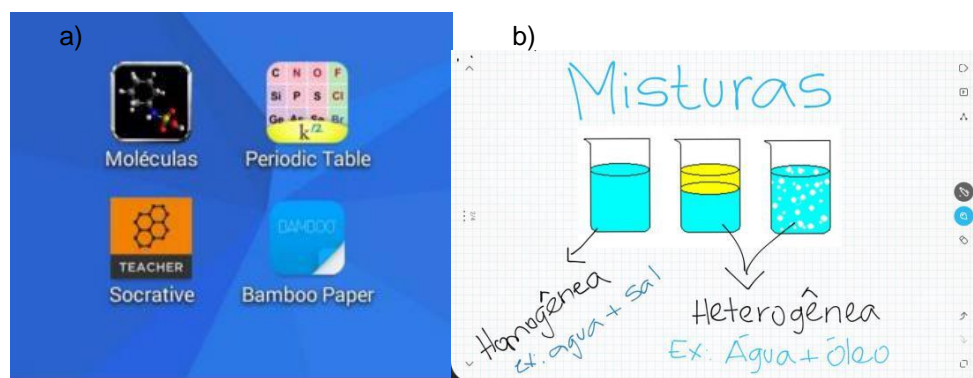


Figura 1 - Ícones dos Apps a) ‘Moléculas’, ‘Periodic Table’, ‘Socrative Teacher’, ‘Bamboo Paper’; b) Tela do App ‘Bamboo Paper’

Utilizando o App “Panopto”, o qual permite a criação de um repositório personalizado de vídeos, D’Angelo (2014) produziu e compartilhou vídeos com



estudantes de um curso de Química, durante as aulas de Química Orgânica. Por meio da utilização das funcionalidades desse App foi possível explorar o alto nível de conexão a internet dos estudantes por meio de seus dispositivos móveis, para fins educacionais. Por meio do App prepararam e compartilharam materiais didáticos digitais e os vídeos das aulas ministradas. Os vídeos têm sido utilizados por alguns estudantes para revisão de conteúdos e para preparação para as atividades em laboratório.

Além das estratégias baseadas no *mobile learning* no contexto da sala de aula, alguns autores propõem atividades no âmbito do *flipped learning*.

Teo *et al.* (2014) realizaram uma pesquisa exploratória que adotou o *flipped learning* para atividades relacionadas às aulas de laboratório de Química em uma instituição de ensino superior. A origem dessa proposta foi um estudo que verificou que os estudantes, que tinham como preparação para essas aulas as explicações do professor sobre os procedimentos que seriam realizados imediatamente antes de iniciar a prática, desenvolviam as atividades das aulas práticas de maneira apressada. Esse comportamento era consequência do tempo resultante ser insuficiente para pensarem nos procedimentos realizados em laboratório, o qual também prejudicava a associação das observações das aulas de laboratório com as teorias ensinadas.

Como uma solução, os professores adotaram a prática do *flipped learning*. Os professores produziram vídeos demonstrando os procedimentos práticos e realizando questionamentos sobre a teoria envolvida na atividade prática a ser desenvolvida. Esses vídeos tiveram a função de substituir as explanações que antecederiam as atividades laboratoriais. Os vídeos eram disponibilizados no *site* da instituição com uma semana de antecedência e esses deveriam ser assistidos antes das aulas de laboratório por meio de um computador, *smartphone* ou *tablet*, a qualquer hora e em qualquer lugar; além disso, os estudantes podiam (re)assistir aos vídeos de acordo com seu ritmo de aprendizagem. Dessa maneira, o tempo que dispunham para as aulas de laboratório foi otimizado, sendo-o utilizado exclusivamente para a realização da prática, concedendo aos estudantes maior tempo para executá-las e assim poder refletir sobre os procedimentos e fenômenos observados.

Em outra proposta, Nichele *et al.* (2015) transformaram os tradicionais roteiros de aula prática de Química em *smart objects*, ou seja, em “objetos inteligentes”. Com a intenção de proporcionar a estudantes de um curso técnico em Química e de Licenciatura em Ciências da Natureza mais aporte no desenvolvimento de atividades e procedimentos laboratoriais, elaboraram vídeos com o detalhamento de algumas técnicas básicas de laboratório. Os vídeos eram socializados por meio de *QR Codes* aos estudantes, os quais eram incluídos nos roteiros de aulas práticas disponibilizados previamente. A inserção desses *QR codes* (que são códigos de barras bidimensionais) numa folha de papel torna-a um *smart object*, pois a partir da leitura desse código de barras com um dispositivo móvel, como um *smartphone* ou *tablet* que tenha instalado um App específico para a leitura desse tipo de código de barras, é possível ter acesso a informação para além do conteúdo do tradicional roteiro da prática. Cada *QR code* disponível no roteiro da prática estava associado ao detalhamento e explicação da atividade de laboratório a ser desenvolvida, por meio de um vídeo, o qual podia ser acessado a qualquer momento de qualquer lugar, permitindo que o estudante se preparasse previamente para as atividades que seriam desenvolvidas na aula, caracterizando a prática do *flipped classroom*, bem como permitindo o acesso ao detalhamento dos procedimentos a serem realizados na aula prática no momento de desenvolvê-la, caso necessário.

### 3.2 Estratégias de ensino que utilizam Apps de Química

Com a possibilidade de se instalar Apps específicos para o ensino e aprendizagem de Química em *smartphones* e *tablets*, algumas estratégias de ensino utilizando esse tipo de Apps vêm sendo utilizadas por alguns professores.

Diante da possibilidade de utilização de *smartphones* em aula, Garcia-Ruiz *et al.* (2012) estudaram o quão eficaz, eficiente e satisfatório pode ser o uso da visualização molecular, ou seja, da estrutura de substâncias químicas, em um *smartphone* (ou *tablet*), para estudantes de uma licenciatura em Química. A visualização dessas estruturas químicas em dispositivos móveis pode ser útil no estudo das moléculas, pode auxiliar no entendimento de conceitos fundamentais da Química, tal como a compreensão da estrutura e funções de uma substância química. O estudo foi realizado com 22 estudantes do sexto semestre, os quais utilizaram *smartphones* que tinham instalado o App “iMolview” (Figura 2) para visualização de moléculas. O estudo de usabilidade consistiu em quatro (04) fases. A primeira constituiu na explicação do propósito e objetivo da atividade, bem como as orientações a cada estudante de como deveria realizá-la. Na segunda fase, cada estudante foi instigado a interagir com seu *smartphone* e o App de visualização molecular. Na terceira fase, os estudantes interagiram com modelos moleculares utilizando o App “iMolview”. Na última fase os estudantes responderam a um questionário de usabilidade do App. Após essa atividade, Garcia-Ruiz *et al.* (2012) concluíram que essa estratégia de ensino e de aprendizagem pode complementar outras formas de aprendizagem utilizadas em sala de aula; pode melhorar a compreensão de conceitos impossíveis de ver a olho nu; permitiu usar representações para apresentar conceitos a colegas e professores; permitiu estabelecer relações visuais entre modelos moleculares em duas ou três dimensões. Além do “iMolview”, há outros Apps semelhantes para a visualização molecular e interação com diferentes estruturas químicas, entre eles o App “Moléculas”.

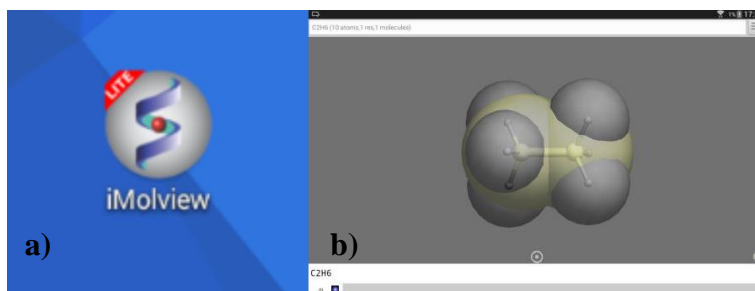


Figura 2 - a) Ícone do App ‘iMolview’; b) Visualização tridimensional da estrutura do etano por meio do App ‘iMolview’

Com o objetivo de aumentar a interação dos estudantes em sala de aula, usando os dispositivos móveis que eles possuíam, ou seja, utilizando a prática do BYOD, Wijtman *et al.* (2014) desenvolveram uma estratégia de ensino e aprendizagem móvel para as aulas de Química. Com o auxílio dos dispositivos móveis, *smartphones* e *tablets*, eram disponibilizadas durante as aulas tarefas eletrônicas tais como questões de múltipla escolha, questões dissertativas, problemas envolvendo a estrutura química tridimensional de moléculas. A intenção era relacionar teoria e prática, melhorar as interações dos estudantes introvertidos, monitorar o progresso da aprendizagem, envolver os estudantes no processo educativo.

Como os dispositivos móveis utilizados pelos estudantes eram diferentes e consequentemente utilizavam diferentes sistemas operacionais, foram selecionados diversos Apps. Para as atividades que envolviam “questões” foram utilizados os Apps “Socrative Teacher” e “Gosoapbox”; para as tarefas que envolviam a resolução de problemas relacionados à estrutura química das substâncias foram utilizados os Apps “iMolview”, “Jmol”, “ESMol”, “Moléculas”, “Chem3D” para a interação com essas estruturas e a visualização tridimensional de suas representações.

A estratégia de ensino e de aprendizagem desenvolvida por Wijtmans *et al.* (2014) consistia em definir tarefas-chave eletrônicas, como um *quiz* no início da aula, como uma maneira para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes; seguido da utilização de perguntas instigantes para provocar a reflexão sobre o conteúdo de Química e o problema proposto; e a combinação dessas perguntas com a criação de tarefas que envolviam a resolução de problemas relacionados à estrutura química das moléculas (Figura 3).

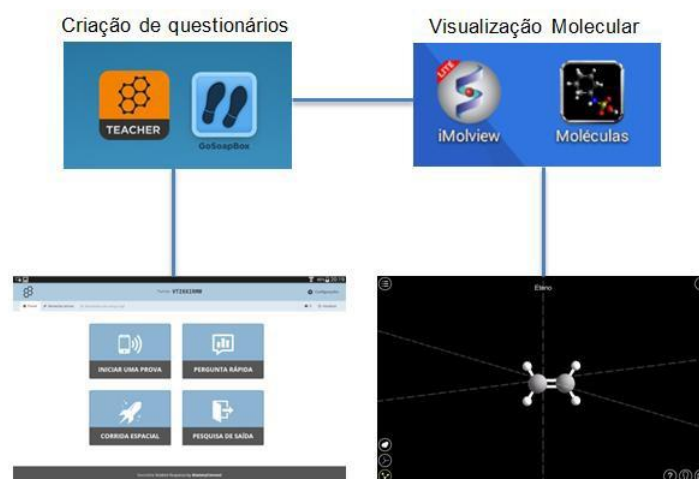


Figura 3 - Esquema da estratégia de ensino e de aprendizagem utilizada (Adaptada de Wijtmans *et al.*, 2014).

### 3.3 Algumas considerações sobre a adoção de estratégias de ensino de química com *smartphones* e *tablets*

A prática do *mobile learning*, em especial no contexto do BYOD e do *flipped learning* implica na necessidade de um elevado percentual de estudantes utilizarem dispositivos móveis, sejam eles *smartphones* ou *tablets*. No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2016), no ano de 2014, 73,6% dos estudantes com 10 anos de idade ou mais tinham telefone móvel celular. Considerando a rede de ensino que frequentavam, 66,8% dos estudantes da rede pública de ensino e 93,4% da rede privada possuíam esse tipo de dispositivo. Tais percentuais são encorajadores para a perspectiva de implementação de estratégias de ensino que utilizem esse tipo de TD.

Todas as propostas de estratégias de ensino de Química apoiadas por TD como *smartphones* e *tablets* descritas nesse artigo envolvem a adoção de Apps. Para a adoção desses Apps, há importantes fatores a serem considerados para reconhecer a real viabilidade de sua utilização nos processos de ensino de Química.



Algumas das características desejáveis para um App ser adotado no contexto educacional (Nichele, Schlemmer, 2014) são a disponibilidade de utilização em diferentes sistemas operacionais – ou seja, ser multiplataforma - e a ausência de custo para *download*, entre outras.

Os principais sistemas operacionais dos dispositivos móveis são o Android e o iOS, os quais são utilizados por cerca 96% dos *smartphones* e *tablets*<sup>i</sup>. Dessa maneira, os Apps a serem selecionados pelos professores, com o intuito de promover a prática do *mobile learning* no contexto do BYOD, devem estar disponíveis para esses sistemas operacionais.

Além disso, a condição de gratuidade para instalar um App num dispositivo móvel, torna-o viável a todos os estudantes, sejam eles da rede pública ou privada de ensino. Esses são aspectos que contribuem para a aceitação e utilização desses.

Entre os Apps que foram utilizados nas estratégias de ensino descritas nesse artigo, são multiplataforma e gratuitos, na categoria que foi denominada de Apps “Gerais”: o “Panapto”, o “Socrative Teacher”, o “QR code creator” e o “Bamboo Paper”; e, na categoria que foi denominada de Apps de Química: o “Moléculas”, “K12 Periodic Table” e o “iMolView”.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada proporcionou conhecer as principais estratégias de ensino de Química apoiadas pelo uso de *smartphones* e *tablets* desenvolvidas pelos professores de Química nos últimos anos, na educação básica e na educação superior.

As estratégias que utilizaram Apps “gerais” para *smartphones* e *tablets* foram mais numerosas e caracterizaram-se pela adoção desses dispositivos móveis para o registro de informações geradas em sala de aula para além do registro em papel, construindo e inserindo imagens, criando e disponibilizando vídeos educativos, bem como utilizando a “computação na nuvem” para o compartilhamento dos registros e arquivos criados por professores e estudantes. Todas se caracterizando por atividades que estimulam a adoção do *mobile learning* por meio do BYOD, proporcionando a continuidade das atividades desenvolvidas em sala de aula para além das paredes da escola, ao proporcionar que os estudantes tenham acesso aos registros e materiais relacionados à aula, bem como, desenvolvam atividades em qualquer lugar a qualquer momento por meio de seus dispositivos móveis.

Importante observar que essas estratégias de ensino e de aprendizagem podem ser utilizadas não apenas no âmbito da Química, mas também para outras áreas do conhecimento e para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares.

As estratégias que utilizaram Apps específicos para o ensino de Química desnudaram, em especial, o potencial dos *smartphones* e *tablets* para proporcionar aos estudantes de Química a vivência com a representação de estruturas moleculares tridimensionais, propiciando a “manipulação” e interação virtual com essas estruturas, colaborando para uma compreensão mais sólida dessa ciência.

De uma maneira geral, todas as estratégias de ensino de Química apresentadas nesse artigo podem ser adaptadas ou reproduzidas pelo professor de Química, tanto para a educação básica quanto superior.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMICK, A. W.; CROSS, N. An Almost Paperless Organic Chemistry Course with the Use of iPads. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 5, p. 753-756, 2014.

D'ANGELO, J. G. Use of Screen Capture To Produce Media for Organic Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 5, p. 678-683, 2014.

GARCIA-RUIZ, MA.; VALDEZ-VELAZQUEZ, L.L.; GÓMES-SANDOVAL, Z. Estudio de usabilidade de visualización molecular educativa em um telefono inteligente. **Química Nova**, v.35, n. 3, p. 648 – 653, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal: 2014 / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

JANÁ, G.A.; CARDONA, W.; JIMÉNEZ, V.A. Innovative use of a tablet device to deliver instruction in undergraduate chemistry lectures. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 595-598, 2015.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E.; RAMOS, A. F. QR codes na educação em química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 13, n. 2, 2015.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, 2014.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

SAMS, A. J. Flipped Classroom Meets Mobile Learning. In: BERGE, Z. L.; MUILENBURG, L. Y. **Handbook of Mobile Learning**. New York and London: Routledge, 2013.

TEO, T. W., TAN, K. C. D., YAN, Y. K., TEO, Y. C., & YEO, L. W. (2014). How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning. **Chemistry Education Research and Practice**, v.15, n. 4, p. 550-567, 2014.

UNESCO. **Policy Guidelines for Mobile Learning**, 2013. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219641e.pdf>>.

WIJTMANS, M., VAN RENS, L., VAN MUIJLWIJK-KOEZEN, J.E. Activating students' interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1830-1837, 2014.

---

<sup>i</sup> Fonte: <<http://www.tudocelular.com/android/noticias/n50237/android-ios-96-3-mercado-mundial-smartphones.html>>. Acesso em 14 mai 2016.